

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-039090  
 (43)Date of publication of application : 07.02.1995

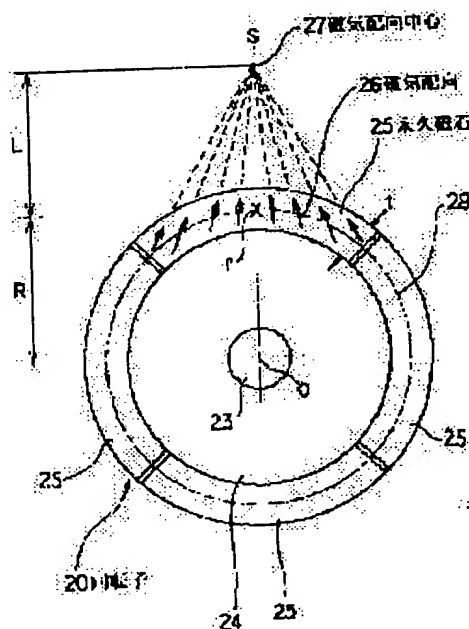
(51)Int.Cl. H02K 1/27  
 H02K 5/24  
 H02K 15/03

(21)Application number : 05-180221 (71)Applicant : TOSHIBA CORP  
 (22)Date of filing : 21.07.1993 (72)Inventor : NITTA ISAMU

**(54) PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To reduce a cogging torque and suppress vibrations, noises and rotation unevenness.

**CONSTITUTION:** A circular-arc shaped permanent magnet 25 is so magnetized as to have the magnetism orientations 26 of its various parts focus on one point (magnetism orientation center 27) outside the permanent magnet 25. The permanent magnet 25 is so designed as to satisfy the relation  $(t/2) < L \leq 10XR$ , wherein L denotes a magnetism orientation center distance between the magnetism orientation center 27 and the average arc line 28 of the permanent magnet 25, R denotes the average radius of the permanent magnet 25 and (t) denotes the radial direction thickness of the permanent magnet 25. With this constitution, a gap flux density distribution produced by the permanent magnet 25 is close to a sine wave distribution.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-39090

(43) 公開日 平成7年(1995)2月7日

技術表示箇所

(51) IntCl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I
H 0 2 K	1/27	5 0 1 A	7103-5H
	5/24	Z	7254-5H
	15/03	G	7103-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-180221

(22) 出願日 平成5年(1993)7月21日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 新田 勇

名古屋市西区葎原町4丁目21番地 株式会

社東芝名古屋工場内

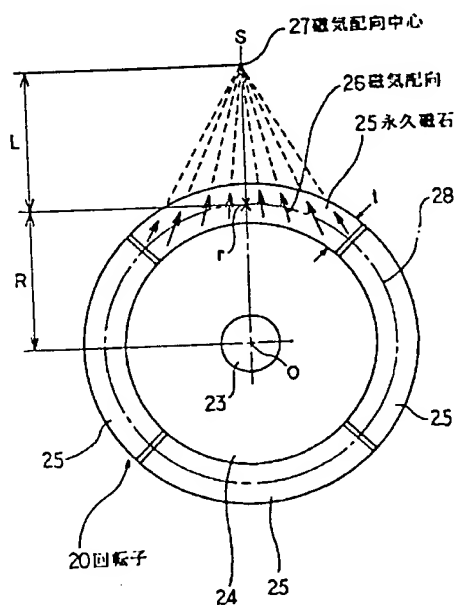
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強 (外1名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57) 【要約】

【目的】 コギングトルクを低減し、振動や騒音、回転むらを小さくする。

【構成】 円弧状をなす永久磁石25の各部の磁気配向26が、永久磁石25の外側の一点(磁気配向中心27)に集中するように着磁する。そして、磁気配向中心27と永久磁石25の平均弧状線28との間の磁気配向中心距離をL、永久磁石25の平均半径をR、永久磁石25の径方向の厚さをtとしたときに、 $(t/2) < L \leq 1.0 \times R$ の関係が成立するように設定する。これにより、永久磁石25による空隙磁束密度分布は正弦波に近い分布となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子の内側に回転可能に配設され、略円筒状をなし周方向に複数極に着磁された永久磁石または断面が略円弧状をなして複数個が環状に配置された永久磁石を界磁手段として有する回転子を備えた永久磁石形モータにおいて、

前記永久磁石の各磁極における各部の磁気配向が永久磁石の外側の一点に集中するように磁場整形すると共に、その磁気配向中心が回転子の回転中心と磁極の周方向中央部とを結ぶ直線上に位置するように設定し、

前記磁気配向中心と永久磁石の平均弧状線との間の磁気配向中心距離を $L$ 、永久磁石の平均半径を $R$ 、永久磁石の径方向の厚さを $t$ としたときに、

$$(t/2) < L \leq 1.0 \times R$$

の関係が成立するように設定したことを特徴とする永久磁石形モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、永久磁石を界磁手段として有する回転子を備えた永久磁石形モータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 コア付き永久磁石形モータに発生するコギングトルクは、誘起電圧つまり永久磁石の起磁力のパラメータによって支配される。起磁力の分布は、回転子の永久磁石と固定子鉄心との間の空隙に発生する空隙磁束密度分布に比例する。よって、この空隙磁束密度分布によりコギングトルクが支配されるともいえる。また、この空隙磁束密度分布は周期的なため、磁極ピッチの2倍の機械角を基本周期とする周波数成分の合成としてとらえることができる。

【0003】 しかし、永久磁石形モータにおける回転子の従来構成を図9に示す。同図において、回転子1は、回転軸2と、この回転軸2の外周部に設けられた回転子鉄心3と、この回転子鉄心3の外周部に環状に配置された断面が円弧状をなす複数個の永久磁石4とから構成されている。そして、各永久磁石4は、各部の磁気配向5が、回転子1の中心（回転軸2の中心）と永久磁石4の周方向中央部とを結ぶ直線6と平行となるように、換言すれば磁気配向中心が無窮遠となるように着磁されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来構成のものでは、回転子と固定子との間の永久磁石による空隙磁束密度分布が正弦波と大きく異なるため（図5参照）、コギングトルクが大きく、モータとしての振動や騒音が大きいという問題点があった。

【0005】 そこで、本発明の目的は、コギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできると共に、回転むらも小さくできる永久磁石形モータを提供するにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、固定子の内側に回転可能に配設され、略円筒状をなし周方向に複数極に着磁された永久磁石または断面が略円弧状をなして複数個が環状に配置された永久磁石を界磁手段として有する回転子を備えた永久磁石形モータにおいて、前記永久磁石の各磁極における各部の磁気配向が永久磁石の外側の一点に集中するように磁場整形すると共に、その磁気配向中心が回転子の回転中心と磁極の周方向中央部とを結ぶ直線上に位置するように設定し、前記磁気配向中心と永久磁石の平均弧状線との間の磁気配向中心距離を $L$ 、永久磁石の平均半径を $R$ 、永久磁石の径方向の厚さを $t$ としたときに、

$$(t/2) < L \leq 1.0 \times R$$

の関係が成立するように設定したことを特徴とするものである。

## 【0007】

【作用】 上記した手段によれば、永久磁石による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両側部において小さくなり、正弦波に近い分布となる。

## 【0008】

【実施例】 以下、本発明の一実施例について図1ないし図8を参照して説明する。まず、モータの全体構成を示す図2において、モータの外殻を構成するモータフレーム11は、2個のフレーム12、13をボルト14により連結して構成されていて、このモータフレーム11の内側に固定子15が設けられている。固定子15は、環状をなし多数のスロット16を有した固定子鉄心17（図3参照）と、スロット16に巻装された複数の固定子巻線18とから構成されている。

【0009】 固定子15の内側には、固定子鉄心17の内周面との間に所定の空隙19を存する状態で回転子20が回転可能に配設されている。この回転子20は、上記フレーム12、13に軸受21、22を介して回転自在に支承された回転軸23と、この回転軸23の外周部に設けられた回転子鉄心24と、この回転子鉄心24の外周部に環状に配置された4個のフェライト製の永久磁石25とから構成されており、各永久磁石25の外表面が空隙19に臨んでいる。また、各永久磁石25は、断面が円弧状をなして、隣どうしが逆極となるように配置されている（図3参照）。

【0010】 そして、各永久磁石25は、図1に示すように、各部の磁気配向26が永久磁石25の外側の一点、すなわち磁気配向中心27に集中するように着磁されていて、その磁気配向中心27が回転子20の回転中心である回転軸23の中心Oと磁極の周方向中央部である永久磁石25の周方向中央部とを結ぶ直線O-S上に位置するように設定している。

【0011】 ここで、永久磁石25の外周面と内周面との中間の線を平均弧状線28とし、上記直線O-Sと

3

の平均弧状線 28 との交点を  $r$  とする。そして、上記磁気配向中心 27 とその交点  $r$  との間の距離を磁気配向中心距離と定義し、この磁気配向中心距離を  $L$ 、永久磁石 25 の平均半径を  $R$  としたときに、本実施例では、これら磁気配向中心距離  $L$  と平均半径  $R$  とを等しくなるように設定している ( $L=R$ )。

【0012】図 4 は 1 極分の永久磁石 25 による磁気配向 26 の状態を示したものである。この図 4 では、固定子鉄心のスロット形状による影響を省くように、永久磁石 25 をスロットのない平滑固定子鉄心 29 と対向させた状態を示している。この図 4 において、永久磁石 25 における各部の磁束は、永久磁石 25 の内部では直線  $O-S$  については磁気配向中心 27 に向かい、その後外部に放射されていることがわかる。

【0013】図 5 には、1 極分の空隙磁束密度の径方向の分布を示している。この図 5 において、本実施例における磁束密度の分布は、磁極の中央部において大きく、両側部において小さくなっており、従来例の場合に比べて、正弦波に近い分布となっていることがわかる。

【0014】また、図 6 は磁束密度スペクトル (次数ごとの磁束密度) を示したものであり、この図 6 において、本実施例の場合には、従来例の場合に比べて、3 次以上の高調波を大きく減少させていることがわかる。

【0015】モータが発生するトルクは、コギングトルクを発生させる高調波成分が無い正弦波が望ましい。本実施例はこの理想的な磁束密度分布に近づく手法の一つである。図 7 には本実施例と従来例とで発生するコギングトルク波形を示している。ただし、この図 7 は、各角度におけるコギングトルクの瞬時値を従来例のピーク値 (以下、 $P-P$  値と称する) で除し正規化している。

【0016】次に、永久磁石 25 における磁気配向中心 27 の位置について考察する。前記磁気配向中心距離  $L$  の値を無限大とした場合、磁気配向中心は無縁となり、従来例と同じになる。よって、その磁気配向中心距離  $L$  の値を正の有限値とした場合には、いずれも従来例に対してコギングトルクを小さくできることになる。また、磁気配向中心距離  $L$  の値を小さくしていくと、モータの出力もわずかながら減少していくので、これを考慮する必要がある。ここで、本発明の効果を総合評価するために、コギングトルクの低減比  $G$  を定義する。

【0017】 $G_a = (T_{ca} \times O_z) / (T_{cz} \times O_a)$

ただし、 $G_a$  : 本実施例の低減比

$T_{ca}$  : 本実施例のコギングトルク ( $P-P$  値)

$T_{cz}$  : 従来例のコギングトルク ( $P-P$  値)

$O_a$  : 本実施例のモータ出力

$O_z$  : 従来例のモータ出力

この低減比  $G$  の値が小さいほど、実効的にコギングトル

クを低減できたことになる。

【0018】図 8 は上記磁気配向中心距離  $L$  と低減比  $G$  との関係を示したものである。この図 8 において、磁気配向中心距離  $L$  の値が小さいほど低減比  $G$  の値が減少することがわかる。ただし、永久磁石 25 の径方向の厚さを  $t$  とした場合 (図 1 参照)、磁気配向中心距離  $L$  が  $(t/2)$  以下、すなわち  $L \leq (t/2)$  となると、永久磁石 25 の内部に磁気配向中心があることになり、磁気回路を形成できなくなるため、必ず  $L > (t/2)$  でなければならない。

【0019】また、図 8 は、磁気配向中心距離  $L$  の値が大きくなっていくと、従来例の値  $G=1$  に漸近することが示されている。よって、磁気配向中心距離  $L$  の値が  $10R$  以下、すなわち、 $L \leq 10 \times R$  であれば従来例に対して有意差が生ずる。ちなみに、 $L=10R$  の場合には、低減比  $G$  を従来例に対して約 15% 低減できることになる。

【0020】なお、上記した実施例では、永久磁石 25 は磁極ごとに 4 個に分かれていたが、本発明は、複数個ごと若しくは全体として一つの永久磁石で構成した場合にも適用することができる。また、固定子鉄心 17 のスロット数や、永久磁石 25 の磁極数も実施例以外の場合も同様に適用することができる。

【0021】

【発明の効果】以上の説明にて明らかなように、本発明によれば、永久磁石による空隙磁束密度分布を正弦波に近い分布とすることができ、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできると共に、回転むらも小さくできるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示すもので、永久磁石の磁気配向状態を示す図

【図 2】モータ全体の縦断側面図

【図 3】要部の横断面図

【図 4】回転子を平滑固定子鉄心の内側に配置した状態の磁束を示す図

【図 5】空隙磁束密度分布を示す図

【図 6】磁束密度スペクトル (次数ごとの磁束密度) を示す図

【図 7】コギングトルク波形を示す図

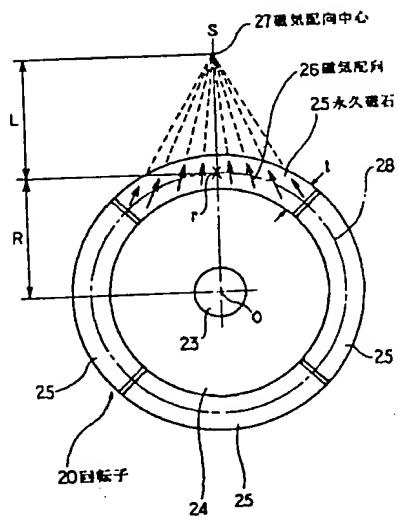
【図 8】コギングトルクの低減比を示す図

【図 9】従来例を示す図 1 相当図

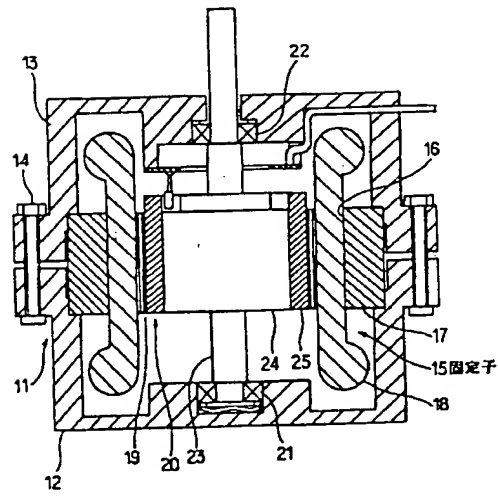
【符号の説明】

15 は固定子、19 は空隙、20 は回転子、25 は永久磁石、26 は磁気配向、27 は磁気配向中心、28 は平均弧状線、 $L$  は磁気配向中心距離、 $R$  は平均半径、 $t$  は厚さである。

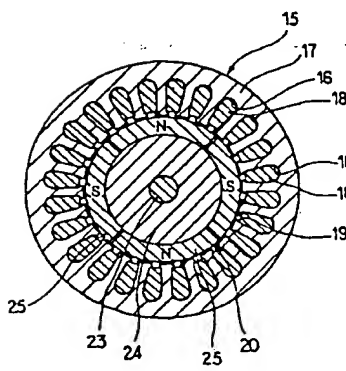
【図1】



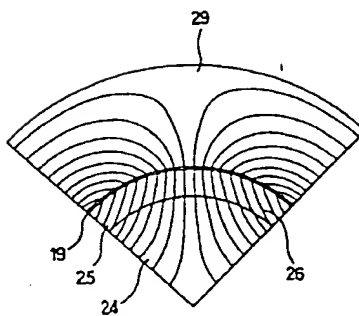
【図2】



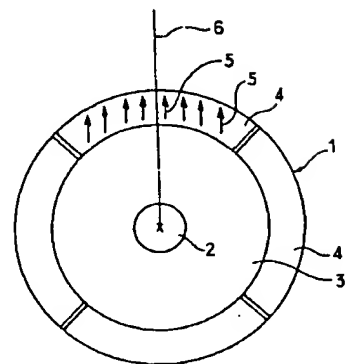
【図3】



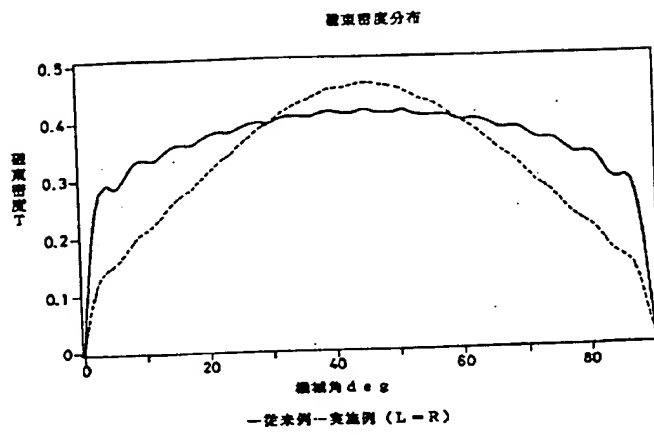
【図4】



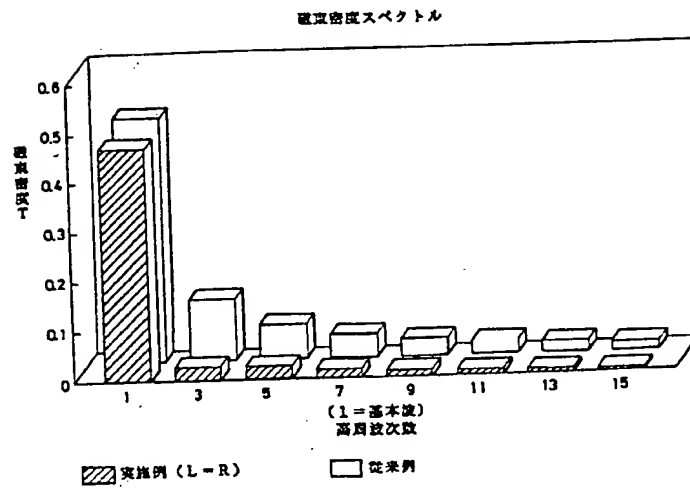
【図9】



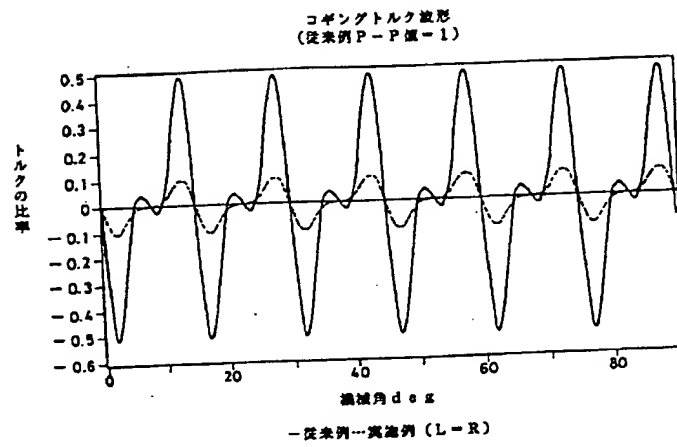
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

